

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. März 2001 (15.03.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/18405 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: F15B 21/00,
H04B 11/00, G08C 23/02

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): FESTO AG & CO. [DE/DE]; Rüter Strasse 82,
73734 Esslingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/08433

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. August 2000 (30.08.2000)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CHRISTIANI, Peter
[DE/DE]; Krapfenäckerweg 24, 72639 Neuffen (DE).
STANICZEK, Dieter [DE/DE]; Bergstrasse 20, 73773
Aichwald (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: REIMOLD, Otto usw.; Hölderlinweg 58,
73728 Esslingen (DE).

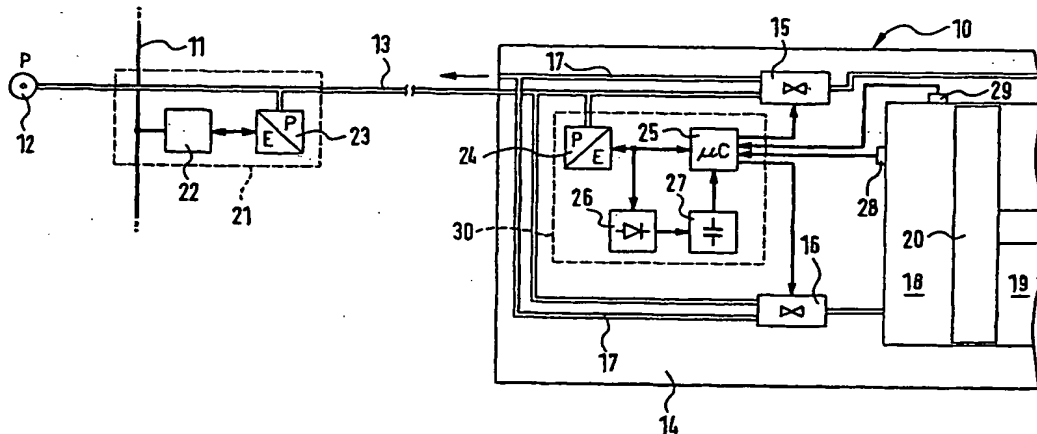
(30) Angaben zur Priorität:
199 42 509.4 7. September 1999 (07.09.1999) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, KR, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SUPPLYING ELECTRICAL POWER TO ELECTRICAL CONSUMERS IN OR ON
A PNEUMATIC DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR VERSORGUNG VON ELEKTRISCHEN VERBRAUCHERN
IN ODER AN EINER PNEUMATISCHEN VORRICHTUNG MIT ELEKTRISCHER VERSORGUNGSENERGIE



(57) Abstract: The invention relates to a method and device for supplying electrical power to electric consumers in or on a pneumatic device (10). The pneumatic device (10) is connected to a pressure source (12) via a pneumatic line (13). Power is transmitted to the pneumatic device (10) via said pneumatic line by means of sound waves, microwaves, changes in pressure or a flow of gas in said pneumatic line (13). The power thus transmitted is converted into electrical energy in or on the pneumatic device (10). Electrical supply lines are therefore no longer required. The power is transmitted exclusively via the pneumatic line (13).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Versorgung von elektrischen Verbrauchern in oder an einer pneumatischen Vorrichtung (10) mit elektrischer Versorgungsenergie vorgeschlagen, wobei die pneumatische Vorrichtung (10) über eine pneumatische Leitung (13) an eine Druckquelle (12) angeschlossen ist. Die Energieübertragung zur pneumatischen Vorrichtung (10) erfolgt über die pneumatische Leitung (13) mittels Schallwellen, Mikrowellen, Druckänderungen oder einer Gasströmung in der pneumatischen Leitung (13). Eine Umwandlung dieser übertragenen Energie in die elektrische Versorgungsenergie erfolgt in oder an der pneumatischen Vorrichtung (10). Hierdurch können elektrische Leitungen zur Stromversorgung entfallen, und die Energieübertragung erfolgt allein über die pneumatische Leitung (13).



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *Mit internationalem Recherchenbericht.*
- *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

Verfahren und Vorrichtung zur Versorgung von elektrischen Verbrauchern in oder an einer pneumatischen Vorrichtung mit elektrischer Versorgungsenergie

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Versorgung von elektrischen Verbrauchern in oder an einer pneumatischen Vorrichtung mit elektrischer Versorgungsenergie, wobei die pneumatische Vorrichtung über eine pneumatische
5 Leitung an eine Druckquelle angeschlossen ist.

Zu steuernde pneumatische Vorrichtungen, wie Ventilanordnungen, Zylinder, Antriebe und dergleichen, benötigen zum einen die Zuführung von Druckluft über eine pneumatische
10 Leitung und zum anderen elektrische Zuführungsleitungen zur Zuführung elektrischer Versorgungsenergie und der elektrischen Steuersignale sowie ggf. Rückführungsleitungen zur Rückführung von Sensorsignalen. Sind an einer pneumatischen Vorrichtung mehrere Steuervorrichtungen, wie Ventile, und
15 mehrere Sensoren angeordnet, so erhöht sich entsprechend die Zahl der elektrischen Leitungen, was häufig zu einer unübersichtlichen Leitungsanordnung und zu hohen Kosten für die Installation, Wartung und Reparatur führt.

20 Aus der DE 195 26 459 ist es bekannt, eine Busstation an einer aus mehreren Ventilen bestehenden Ventilstation über eine Busleitung zu steuern, über die auch Sensorrückmeldungen erfolgen können, jedoch werden auch hier zusätzliche elektrische Versorgungsleitungen sowie die pneumatische
25 Leitung benötigt, so daß auch hier der Installationsaufwand nicht unerheblich ist.

Aus der DE 31 47 339 A1, der DE 32 09 189 A1 oder der DE 41 26 403 C2 ist es zwar bekannt, Steuer- oder Sensordaten über ein metallisches Rohrleitungsnetz mittels Ultraschall zu übertragen, jedoch nicht die Versorgungsenergie, und darüber
5 hinaus ist dieses Verfahren für die üblicherweise aus Kunststoffmaterial bestehenden pneumatischen Leitungen nicht anwendbar.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein
10 Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, durch das bzw. durch die die Zahl der Verbindungsleitungen zu einer zu steuernden pneumatischen Vorrichtung deutlich reduziert und die Installation vereinfacht werden kann.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 8 gelöst.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht insbesondere darin, daß über die ohnehin vorhandene pneumatische
20 Leitung auch gleichzeitig für elektrische Verbraucher in der pneumatischen Vorrichtung erforderliche Versorgungsenergie übertragen wird, so daß diesbezügliche Leitungen entfallen können. Dabei erfolgt die Übertragung über das gasförmige Medium bzw. die Leitung mittels Schallwellen, Mikrowellen,
25 Druckänderungen oder mittels der Strömungsenergie des druckbeaufschlagten gasförmigen Mediums. Aus diesem Grunde ist die Energieübertragung auch bei den üblicherweise vorhandenen Kunststoffleitungen möglich. Die Umwandlung in die elektrische Versorgungsenergie erfolgt unmittelbar an oder in der
30 pneumatischen Vorrichtung.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im
Anspruch 1 angegebenen Verfahrens und der im Anspruch 8
35 angegebenen Vorrichtung möglich.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird in der pneumatischen Vorrichtung der Druck des gasförmigen Mediums in der pneumatischen Leitung zum Antrieb einer Mikroturbine mit elektrischem Generator eingesetzt, das heißt, die Strömungsenergie des druckbeaufschlagten gasförmigen Mediums wird direkt in
5 oder an der pneumatischen Vorrichtung in elektrische Versorgungsenergie umgesetzt.

In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung werden die
10 Schallwellen oder Druckänderungen mittels des Piezoeffekts oder kapazitiver oder induktiver Umsetzungsverfahren wenigstens teilweise in elektrische Versorgungsenergie in der pneumatischen Vorrichtung umgesetzt. Zur Umwandlung der Schallwellen oder Druckänderungen dient dabei zweckmäßiger-
15 weise ein piezoelektrischer, kapazitiver oder induktiver Konverter oder eine Kolbenschwingeranordnung. Ein solcher Konverter oder eine Kolbenschwingeranordnung ist vorzugsweise auch in einer über die pneumatische Leitung mit der pneumatischen Vorrichtung verbundenen Steuer- und/oder Daten-
20 empfangseinrichtung zur Umwandlung von elektrischer Energie in der pneumatischen Leitung zuzuführende Schallwellen oder Druckänderungen vorgesehen.

In vorteilhafter Weise erfolgt auch die Übertragung von
25 Steuer- und/oder Sensorsignalen zwischen der elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung und der pneumatischen Vorrichtung über die pneumatische Leitung mittels Schallsignalen, Mikrowellen oder Druckänderungen. Hierzu werden vorzugsweise unterschiedliche Frequenzen und/oder
30 Signalfolgen und/oder Modulationen und/oder Druckimpulsfolgen vorgesehen, wobei die Übertragung insbesondere bidirektional erfolgt, um auch Sensorsignale rückmelden zu können.

Zur Übertragung dieser Steuer- und Sensorsignale sind die
35 Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung und die pneumatische Vorrichtung mit wenigstens einem ersten Konverter zur Umwandlung von elektrischen Signalen in Schallsignale oder

Druckänderungen und mit wenigstens einem zweiten Konverter zur Umwandlung der Schallsignale oder Druckänderungen in elektrische Signale versehen. Zur bidirektionalen Datenübertragung ist sowohl die Steuer- und/oder Datenempfangs-

5 einrichtung als auch die pneumatische Vorrichtung mit einem ersten Konverter und mit einem zweiten Konverter versehen, wobei jeweils ein erster Konverter und ein zweiter Konverter auch als kombinierter bidirektionaler Konverter ausgebildet sein kann. Zur Realisierung eignen sich hierzu vor allem

10 piezoelektrische, jedoch auch induktive oder kapazitive Konverter.

Die Konverter zur Bereitstellung von Versorgungsenergie können in vorteilhafter Weise identisch mit den Convertern zur

15 Umwandlung zwischen Schallsignalen oder Druckänderungen und elektrischen Steuer- und/oder Sensorsignalen sein, da durch die Durchführung dieser doppelten Funktionen eine optimalere Ausnutzung möglich ist.

20 In einer alternativen Ausführung kann die Übertragung von Steuer- und/oder Sensorsignalen zwischen der elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung und der pneumatischen Vorrichtung auch drahtlos, insbesondere durch Funk- oder Infrarotsignale, oder über einen in oder an der

25 pneumatischen Leitung angeordneten oder integrierten Lichtleiter erfolgen. Im letzteren Falle sind die Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung und die wenigstens eine pneumatische Vorrichtung zweckmäßigerweise jeweils mit einem Lichtsender und/oder einem Lichtempfänger versehen.

30 Um die Versorgungsspannung kontinuierlich zur Verfügung stellen zu können, zum Beispiel auch bei kurzzeitig höherem Energiebedarf, ist in vorteilhafter Weise eine Speichereinrichtung, insbesondere ein Kondensator oder eine

35 Speicherzelle, zur Speicherung der in oder an der pneumatischen Vorrichtung erzeugten elektrischen Versorgungsenergie vorgesehen.

Ein insbesondere als Mikrocomputer ausgebildeter Umsetzer in oder an der pneumatischen Vorrichtung dient in vorteilhafter Weise zur Umsetzung der übertragenen Signale in Steuersignale für wenigstens eine Steuereinrichtung, zum Beispiel ein
5 Ventil, in der pneumatischen Vorrichtung und/ oder zur Umsetzung von Sensorsignalen in zu übertragende Signale.

Die Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung ist vorzugsweise als an einen Datenbus angeschlossene Busstation ausgebildet.
10 Dabei können an diese Busstation mehrere pneumatische Vorrichtungen über pneumatische Leitungen direkt oder über Verzweigungen angeschlossen sein.

Bei größeren Systemen können auch mehrere Busstationen an den
15 Datenbus angeschlossen sein, die jeweils mit wenigstens einer pneumatischen Vorrichtung verbunden sind.

Der wenigstens eine Konverter und die Mittel zur Bereitstellung von elektrischer Versorgungsenergie sind zweck-
20 mäßigerweise in der pneumatischen Vorrichtung integriert, so daß kompakte Anordnungen vorliegen, die zur vollständigen Installation lediglich über eine einzige pneumatische Leitung angeschlossen werden müssen.

25 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Über-
30 tragung von Daten zwischen einer Busstation und einem Pneumatikzylinder,

Fig. 2 eine ähnliche Anordnung wie in Fig. 1 in einer
Detailansicht mit einer Mikroturbine zur Bereit-
35 stellung von elektrischer Versorgungsenergie im Pneumatikzylinder,

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Betriebs von drei
Pneumatikzylindern über drei Busstationen,

Fig. 4 eine ähnliche Anordnung, bei der drei Pneumatik-
zylinder an eine Busstation angeschlossen sind, und

Fig. 5 eine ähnliche Darstellung wie in Fig. 4, bei der ein
Anschluß an einer Busstation über Verzweigungen zu
5 drei Pneumatikzylindern geführt ist.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel der
Erfindung wird ein Pneumatikzylinder 10 über einen elek-
trischen Datenbus 11, beispielsweise einen Feldbus, gesteuert.

10 Eine pneumatische Druckquelle 12 ist über eine z. B. aus
flexiblem Kunststoffmaterial bestehende pneumatische Leitung
13 mit dem Pneumatikzylinder 10 verbunden. In einem stirn-
seitigen Bereich des Gehäuses 14 des Pneumatikzylinders 10
sind zwei Ventile 15, 16 integriert, die beispielsweise als
15 3/2-Wegeventile ausgebildet sind. Alternativ hierzu könnte
beispielsweise auch ein 4/3-Wegeventil treten. Die beiden
Ventile 15, 16 sind jeweils einerseits mit der pneumatischen
Leitung 13 und einem Entlüftungskanal 17 und andererseits
jeweils mit einer von zwei Zylinderkammern 18, 19 zu beiden
20 Seiten eines bewegbaren Kolbens 20 verbunden.

Elektrische Steuersignale für die Signale 15, 16 werden über
den Datenbus 11 einer elektronischen Steuer- und Daten-
empfangseinrichtung 21 zugeleitet. Diese enthält eine an den
25 Datenbus 11 angeschlossene Busstation 22, die über einen
bidirektionalen Konverter 23 mit der pneumatischen Leitung 13
verbunden ist. Der bidirektionale Konverter 23 ist beispiels-
weise als Piezowandler ausgebildet und setzt die zugeführten
elektrischen Signale in entsprechende Schallsignale bzw.
30 Tonschwingungen um, die sich im gasförmigen Medium in der
Leitung 13 ausbreiten und schließlich einen entsprechenden
bidirektionalen Konverter 24 im Pneumatikzylinder 10
erreichen, wo sie wiederum in entsprechende Signale umgesetzt
werden. Die Übertragung der in den elektrischen Signalen
35 enthaltenen Daten erfolgt entweder über unterschiedliche
Frequenzen, die bis zu Ultraschallfrequenzen reichen können,
die auch moduliert sein können, oder über Schallsignalfolgen

bzw. entsprechende Druckänderungen oder Druckstöße im gasförmigen Medium. Alternativ hierzu kann die Übertragung auch beispielsweise über Mikrowellen erfolgen, die sich ebenfalls im gasförmigen Medium ausbreiten, wobei dann
5 entsprechende Mikrowellen-Konverter erforderlich sind.

Die vom bidirektionalen Konverter 24 erzeugten elektrischen Signale werden im Gehäuse 14 einem Mikrorechner 25 zugeführt, wo sie decodiert und je nach Decodierung in entsprechende
10 Steuersignale für die beiden Ventile 15, 16 umgewandelt werden.

Zur Stromversorgung des Mikrorechners 25 und direkt oder indirekt der Ventile 15, 16 wird ein Teil der vom Konverter 24
15 erzeugten elektrischen Signale in einer Gleichrichteranordnung 26 gleichgerichtet und einer Speichereinrichtung 27 zugeführt, die beispielsweise als Kondensator ausgebildet ist. Durch die Speichereinrichtung 27 ist eine ständige Stromversorgung gewährleistet, auch dann, wenn gerade keine Signale über die
20 Leitung 13 ankommen oder ein kurzzeitiger erhöhter Strom- bzw. Energiebedarf vorliegt. In einer einfacheren Ausführung kann auch auf eine Speichereinrichtung 27 verzichtet werden.

Im Hinblick auf die relativ geringe zur Verfügung stehende
25 elektrische Energie sind die Ventile 15, 16 beispielsweise als mehrfach vorgesteuerte Ventilanordnungen ausgebildet, insbesondere auch unter Verwendung von Piezo-Ventilen.

An derartigen Pneumatikzylindern 10 oder anderen pneumatischen
30 Vorrichtungen sind üblicherweise Sensoren angeordnet, deren Sensorsignale der Steuerung rückgemeldet werden müssen. Im Ausführungsbeispiel sind ein Drucksensor 28 und ein Positionsensor 29 zur Erfassung der Kolbenposition dargestellt. Diese sind mit Eingängen des Mikrorechners 25 verbunden, wo die
35 entsprechenden Sensorsignale digitalisiert und codiert werden und in dieser Form dem bidirektionalen Konverter 24 zugeführt werden. Dort werden sie in entsprechende Schall-, Ton- bzw.

Drucksignale umgewandelt und über die Leitung 23 dem Konverter 23 zugeführt, wo sie wiederum in elektrische Signale umgewandelt und so der Busstation 22 zugeführt werden. Die entsprechenden Informationen werden dort digitalisiert und
5 über den Datenbus 11 einer nicht dargestellten Masterstation zugeführt, die beispielsweise ein PC sein kann.

Es ist selbstverständlich auch möglich, bei einer dezentralisierten Intelligenz die Sensorsignale auch zum Teil im
10 Mikrorechner 25 und/oder in der Busstation 22 ganz oder teilweise auszuwerten, weiterzubearbeiten oder für die Steuerung zu berücksichtigen.

Anstelle des Mikrorechners 25 kann selbstverständlich auch
15 eine andere Decodier- und Codiereinrichtung treten.

Der Konverter 24, der Mikrorechner 25, die Gleichrichteranordnung 26 und die Speichereinrichtung 27 im Gehäuse 14 des Pneumatikzylinders 10 sind in einer Steuer- und Daten-
20 übertragungseinrichtung 30 zusammengefaßt, die beispielsweise als im ganzen einsetzbare oder auch außen anbringbare Einheit ausgebildet sein kann.

Die Datenübertragung über die Leitung 13 in den beiden
25 entgegengesetzten Richtungen kann beispielsweise innerhalb festgelegter Zeitfenster erfolgen oder nach dem Prinzip eines variablen Master-Slave-Systems. Auch die Erzeugung der Versorgungsenergie kann beispielsweise abwechselnd zur Datenübertragung in Zeitfenstern erfolgen, oder aber die
30 Energiespeicherung in der Speichereinrichtung 27 erfolgt jeweils während Perioden, in denen keine Datenübertragung erfolgt, wobei dies vom Mikrorechner 25 gesteuert werden kann. Alternativ hierzu kann auch ständig ein Teil der elektrischen Signale zur Energieversorgung verwendet werden.

35

In Fig. 2 ist eine alternative Ausgestaltung einer Steuer- und Datenübertragungseinrichtung 31 vorgesehen, die anstelle

der Steuer- und Datenübertragungseinrichtung 30 treten kann. Gleiche oder gleichwirkende Bauteile oder Baugruppen sind mit denselben Bezugszeichen versehen und nicht nochmals beschrieben. Die Versorgungsenergie wird hier nicht aus den
5 übertragenen Schallsignalen oder Druckänderungen im gasförmigen Medium gewonnen, sondern der Druck im gasförmigen Medium wird zum Antrieb einer Mikroturbine 32 mit angesetztem oder integrierterem Mikrogenerator verwendet. Da die Leitung 13 ständig druckbeaufschlagt ist, kann diese Versorgungsenergie
10 ständig erzeugt werden, so daß auf eine Speichereinrichtung verzichtet werden kann, die selbstverständlich dennoch vorgesehen sein kann. Die durch die Mikroturbine 32 erzeugte elektrische Energie wird in einer Spannungsaufbereitungsschaltung 33 aufbereitet und versorgt den Mikrorechner 25
15 sowie eine nachgeschaltete Treiberstufe 34 zur Ansteuerung der Ventile 15, 16. Eine solche Treiberstufe 34 kann selbstverständlich auch bei der Steuer- und Datenübertragungseinrichtung 30 vorgesehen sein.

20 Anstelle der Mikroturbine 32 kann auch ein anderes mikro-mechanisches System zur Erzeugung elektrischer Energie treten, beispielsweise eine Kolbenschwingeranordnung.

Das in Fig. 3 dargestellte System dient zum Betreiben von drei
25 Pneumatikzylindern 10, 40, 70. Die Steuer- und Datenempfangseinrichtung 21 und der Pneumatikzylinder 10 mit seiner Steuer- und Datenübertragungseinrichtung 30 sowie seinen Ventilen 15, 16 entsprechen der Anordnung gemäß Fig. 1 (oder Fig. 2). An den Datenbus 11, der über eine als PC ausgebildete Masterstation 35 gesteuert wird, sind zwei weitere Steuer- und
30 Datenempfangseinrichtungen 51 und 81 entsprechend angeschlossen, die über Leitungen 43, 73 mit entsprechenden Steuer- und Datenübertragungseinrichtungen 60, 90 mit den Pneumatikzylindern 40, 70 verbunden sind. Die Pneumatikzylinder 40, 70 weisen den Ventilen 15, 16 entsprechende
35 Ventile 45, 46 bzw. 75, 76 auf. Auf diese Weise läßt sich die Gesamtanordnung beliebig erweitern.

Alternativ hierzu ist es auch möglich, gemäß Fig. 4 alle Pneumatikzylinder 10, 40, 70 durch die eine Steuer- und Datenempfangseinrichtung 21 zu steuern, an die hierzu die drei pneumatischen Leitungen 13, 43 und 73 angeschlossen sind.

5 Dabei können auch gemäß Fig. 4 weitere Steuer- und Datenempfangseinrichtungen am elektrischen Datenbus 11 angeschlossen sein, die wiederum jeweils mehrere Pneumatikzylinder oder andere pneumatische Vorrichtungen steuern und/oder deren Sensorsignale empfangen. In Fig. 5 ist eine
10 Variation bezüglich Fig. 4 dargestellt, indem dort an die Steuer- und Datenempfangseinrichtung 21 nur die pneumatische Leitung 43 angeschlossen ist, während die pneumatischen Leitungen 13 und 73 über Verzweigungen bzw. T-Stücke mit dieser Leitung 43 verbunden sind.

15

Die in den Ausführungsbeispielen dargestellten Pneumatikzylinder 10, 40, 70 sind lediglich beispielhaft dargestellt.

Anstelle dieser Pneumatikzylinder oder zusätzlich zu diesen können auch andere pneumatische Vorrichtungen, wie Ventil-
20 inseln, pneumatische Antriebe, Wartungsgeräte, oder auch reine Sensoranordnungen treten, bei denen lediglich Sensorrückmeldungen erfolgen, jedoch keine Steuersignale zugeführt werden.

25 Anstelle der beschriebenen Datenübertragung zur Übertragung von Steuer- und/oder Sensorsignalen über die wenigstens eine pneumatische Leitung 13, 43, 73 kann diese Datenübertragung auch drahtlos erfolgen, beispielsweise durch Funk- oder Infrarotsignale, oder über einen in oder an der pneumatischen
30 Leitung 13, 43, 73 angeordneten oder integrierten Lichtleiter. Entsprechende Sender und/oder Empfänger sind in diesem Falle in der elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung 21, 51, 81 sowie in der pneumatischen Vorrichtung 10, 40, 70 enthalten. Im Falle von Lichtleitern sind

35 beispielsweise die Lichtsender und/oder Lichtempfänger jeweils an den Anschlußpunkten der pneumatischen Leitung angeordnet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Versorgung von elektrischen Verbrauchern in oder an einer pneumatischen Vorrichtung mit elektrischer Versorgungsenergie, wobei die pneumatische Vorrichtung über eine pneumatische Leitung an eine Druckquelle angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Energieübertragung zur pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) über die pneumatische Leitung (13; 43; 73) mittels Schallwellen, Mikrowellen, Druckänderungen oder einer Gasströmung in der pneumatischen Leitung (13; 43; 73) erfolgt, und daß eine Umwandlung dieser übertragenen Energie in die elektrische Versorgungsenergie in oder an der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der pneumatischen Vorrichtung (10) der Druck des gasförmigen Mediums in der pneumatischen Leitung (13; 43; 73) zum Antrieb einer Mikroturbine (32) eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der pneumatischen Vorrichtung (10) die Schallwellen oder Druckänderungen mittels des Piezoeffekts oder kapazitiver oder induktiver Umsetzungsverfahren wenigstens teilweise in elektrische Versorgungsenergie umgesetzt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung von Steuer- und/oder Sensorsignalen zwischen einer elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) und der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) über die pneumatische Leitung mittels Schallsignalen, Mikrowellen oder Druckänderungen erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung unterschiedlicher Steuer- oder Sensorsignale unterschiedliche Frequenzen und/oder Signalfolgen und/oder Modulationen und/oder Druckimpulsfolgen vorgesehen sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung von Steuer- und/oder Sensorsignalen zwischen einer elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) und der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) drahtlos, insbesondere durch Funk- oder Infrarotsignale, oder über einen in oder an der pneumatischen Leitung angeordneten oder integrierten Lichtleiter erfolgt.

10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung bidirektional erfolgt.

15 8. Vorrichtung zur Versorgung von elektrischen Verbrauchern in oder an einer pneumatischen Vorrichtung mit elektrischer Versorgungsenergie, wobei die pneumatische Vorrichtung über eine pneumatische Leitung an eine Druckquelle angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, daß in der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) Mittel zur Umwandlung von über die pneumatische Leitung mittels Schallwellen, Mikrowellen, Druckänderungen oder Strömungsenergie des gasförmigen Mediums übertragener Energie in elektrische Versorgungsenergie vorgesehen sind.

25 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Umwandlung von Schallwellen oder Druckänderungen in elektrische Versorgungsenergie ein piezoelektrischer, kapazitiver oder induktiver Konverter (24) oder eine Kolbenschwingeranordnung vorgesehen ist.

30 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in einer über die pneumatische Leitung (13; 43; 73) mit der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) verbundenen elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung ebenfalls ein piezoelektrischer, kapazitiver oder induktiver Konverter (23) oder eine Kolbenschwingeranordnung zur Umwandlung von elektrischer Energie in der pneumatischen Leitung

zuzuführende Schallwellen oder Druckänderungen vorgesehen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Umwandlung von Strömungsenergie des druckbeaufschlagten gasförmigen Mediums in elektrische Versorgungsenergie eine Mikroturbine (32) mit elektrischem Generator in oder an der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Speichereinrichtung (27), insbesondere ein Kondensator oder eine Speicherzellenanordnung, zur Speicherung der in oder an der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) erzeugten elektrischen Versorgungsenergie vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung von Steuer- und/oder Sensorsignalen zwischen einer elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) und der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) über die pneumatische Leitung (13; 43; 73) mittels Schallsignalen, Mikrowellen oder Druckänderungen im gasförmigen Medium der Leitung (13; 43; 73) die Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) und die pneumatischen Vorrichtungen (10; 40; 70) mit wenigstens einem ersten Konverter (23) zur Umwandlung von elektrischen Signalen in Schallsignale oder Druckänderungen und mit wenigstens einem zweiten Konverter (24) zur Umwandlung der Schallsignale oder Druckänderungen in elektrische Signale versehen sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) mit einem ersten Konverter (23) und die pneumatische Vorrichtung (10; 40; 70) mit einem zweiten Konverter (24) versehen ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur bidirektionalen Datenübertragung sowohl die Steuer-

und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) als auch die pneumatische Vorrichtung (10; 40; 70) mit beiden Arten von Konvertern (23, 24) versehen sind.

5 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils ein erster Konverter (23) und ein zweiter Konverter (24) als kombinierte bidirektionale Konverter ausgebildet sind.

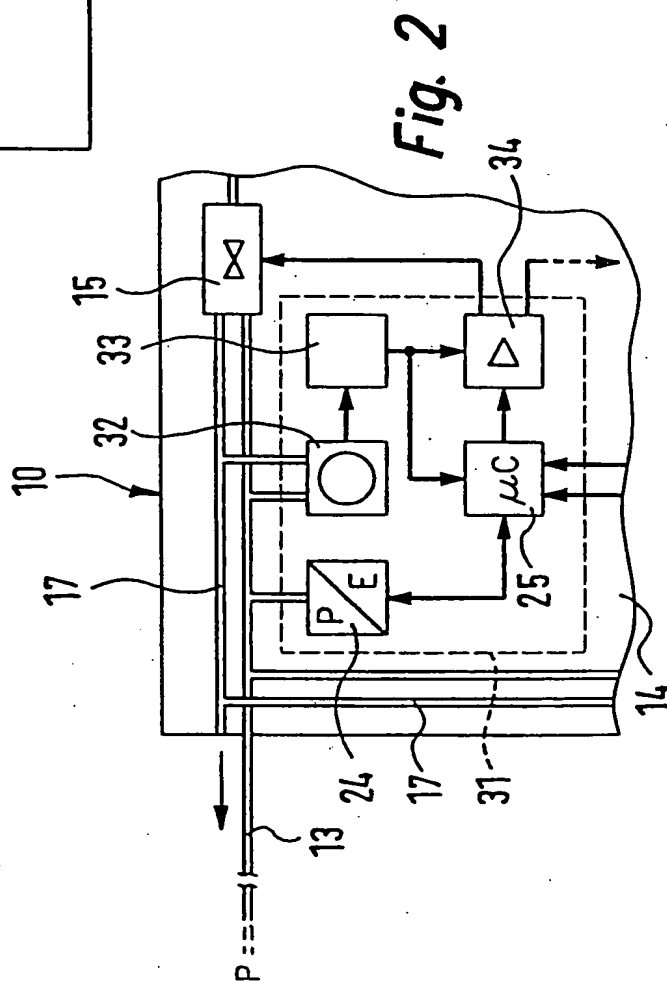
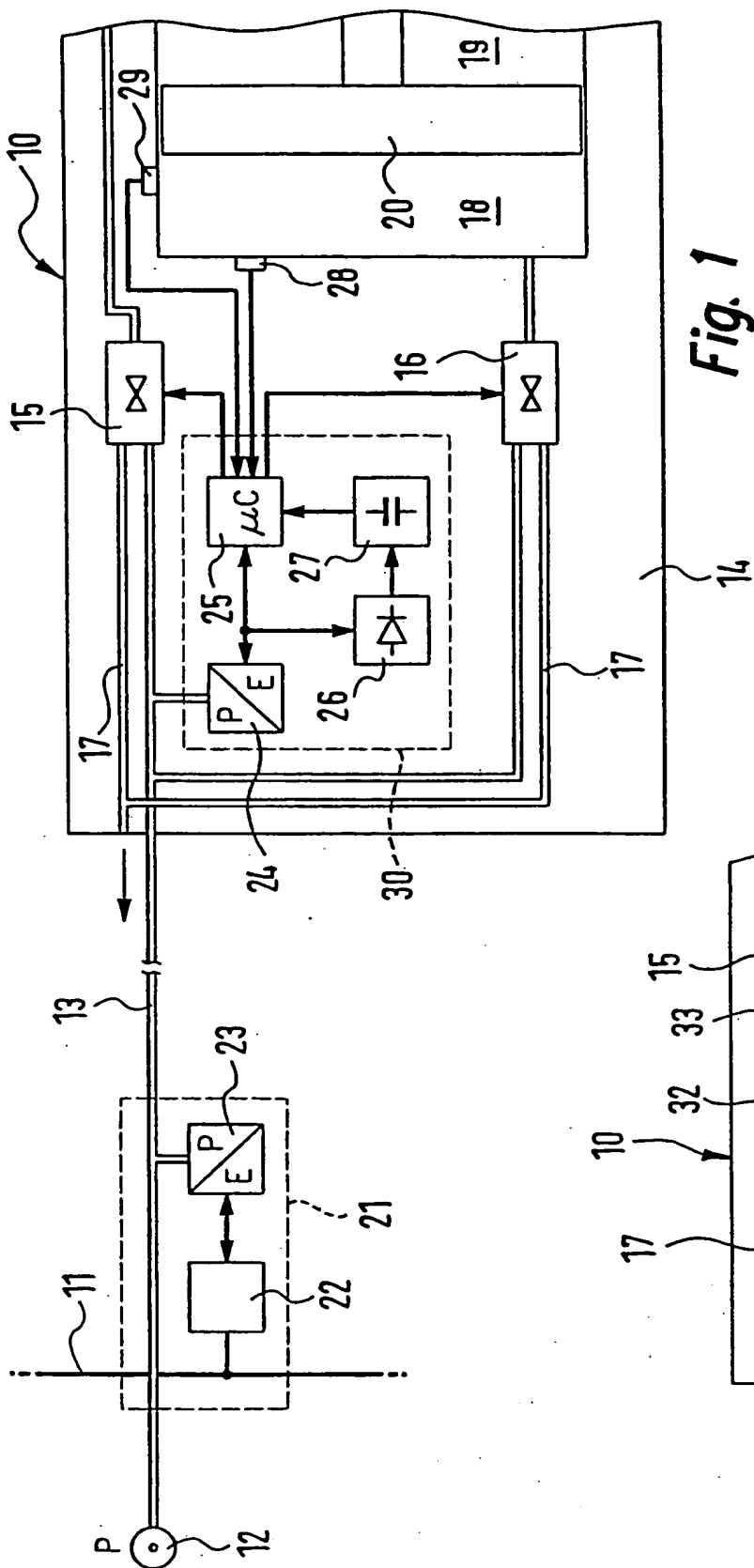
10 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Konverter (23, 24) als piezoelektrische oder induktive oder kapazitive Konverter ausgebildet sind.

15 18. Vorrichtung nach Anspruch 9 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Konverter (23, 24) zur Bereitstellung von Versorgungsenergie identisch mit den Konvertern (23, 24) zur Umwandlung zwischen Schallsignalen oder Druckänderungen und elektrischen Steuer- und/oder Sensorsignale sind.

20 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung von Steuer- und/oder Sensorsignalen zwischen einer elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) und der pneumatischen
25 Vorrichtung (10; 40; 70) diese jeweils mit Mitteln zur Datenübertragung über Infrarot oder Funk versehen sind.

30 20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung von Steuer- und/oder Sensorsignalen zwischen einer elektronischen Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) und der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) über die pneumatische Leitung (13; 43; 73) diese als Lichtleiter ausgebildet oder mit einem Lichtleiter versehen ist, wobei die Steuer- und/oder Daten-
35 empfangseinrichtung und die pneumatische Vorrichtung jeweils mit einem Lichtsender und/oder Lichtempfänger versehen sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß ein insbesondere als Mikrocomputer ausgebildeter Umsetzer (25) in oder an der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) vorgesehen ist, der zur Umsetzung der übertragenen Signale in Steuersignale für wenigstens eine Steuereinrichtung (15, 16) in der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) und/oder zur Umsetzung von Sensorsignalen in zu übertragende Signale ausgebildet ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21; 51; 81) als an einen Datenbus (11) angeschlossene Busstation ausgebildet ist.
23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß an die als Busstation ausgebildete Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtung (21) mehrere pneumatische Vorrichtungen (10; 40; 70) über pneumatische Leitungen (13; 43; 73) angeschlossen sind.
24. Vorrichtung nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere als Busstationen ausgebildete Steuer- und/oder Datenempfangseinrichtungen (21; 51; 81) an den Datenbus (11) angeschlossen sind, die jeweils mit wenigstens einer pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) verbunden sind.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Konverter (24), die Mittel zur Bereitstellung von elektrischer Versorgungsenergie und der Umsetzer (25) in der pneumatischen Vorrichtung (10; 40; 70) integriert sind.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die pneumatische Leitung (13; 43; 73) aus flexiblem Kunststoffmaterial besteht.



2 / 2

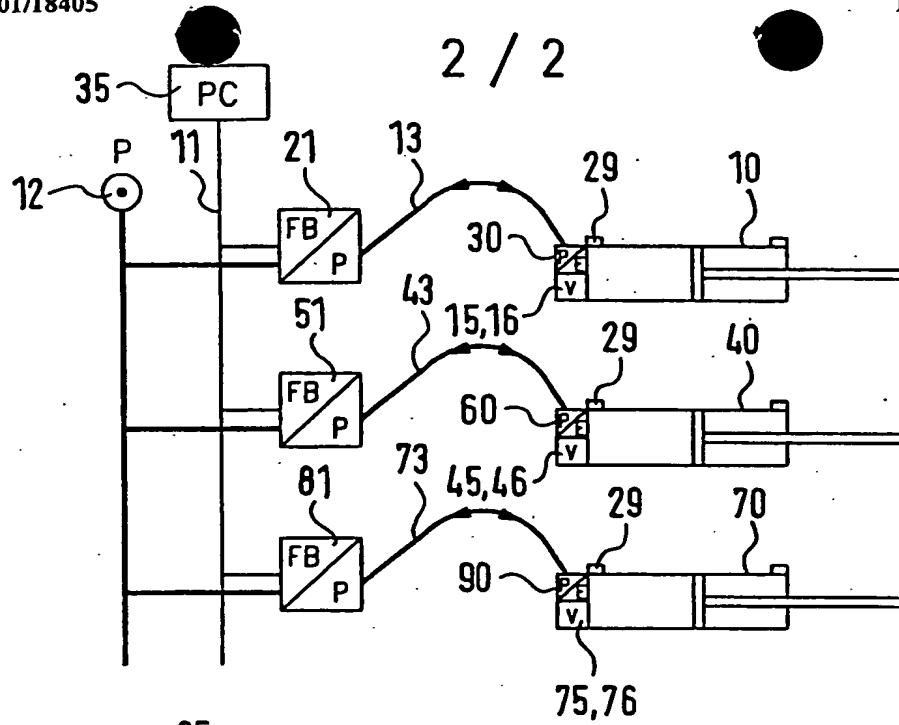


Fig. 3

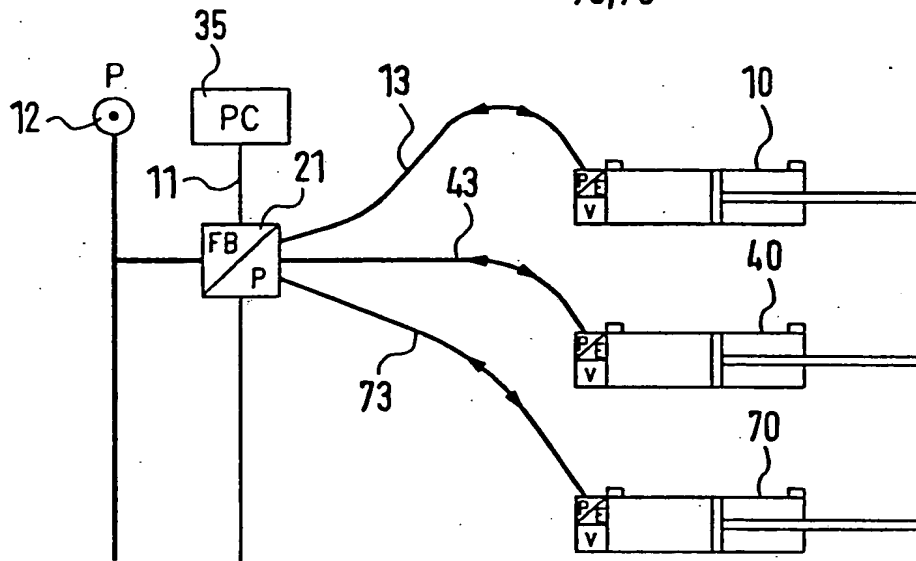


Fig. 4

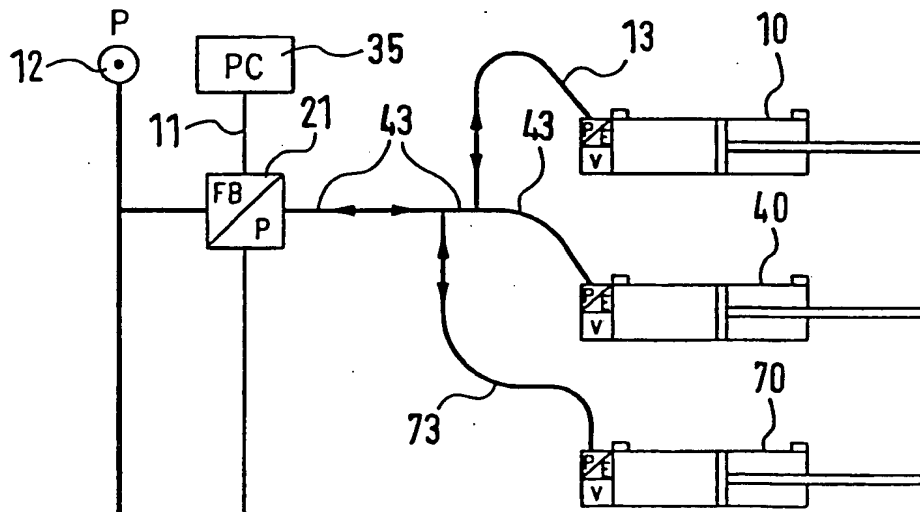


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/08433

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 F15B21/00 H04B11/00 G08C23/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F15B F15C H04B G08C E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 26 459 A (FESTO) 23 January 1997 (1997-01-23) cited in the application abstract; figure 1	1,8,22
A	DE 12 59 272 B (SOCIÉTÉ NATIONALE DES PÉTROLS D'ACQUITAINE) column 4, line 57 -column 5, line 24; figure 1	1,3,4,8, 9,13,17, 18,25
A	EP 0 681 090 A (SCHLUMBERGER SERVICES PETROL) 8 November 1995 (1995-11-08) abstract; figure 2	1,3,4,8, 9,13,17, 18,25
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 January 2001

Date of mailing of the international search report

05/02/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

SLEIGHTHOLME, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/08433

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 31 47 339 A (BRAUN) 16 June 1983 (1983-06-16) cited in the application abstract ---	1,4,8
A	DE 32 09 189 A (STIEBEL ELTRON) 15 September 1983 (1983-09-15) cited in the application abstract; figure 1 ---	1,4,5,8
A	DE 41 26 403 A (INNOTECH MICROELECTRONIC) 18 February 1993 (1993-02-18) cited in the application abstract ---	1,4,5,8
A	LOTH W D ET AL: "Testing of lower cost remote control system" PROCEEDINGS OF THE 1997 OFFSHORE EUROPE CONFERENCE; ABERDEEN, UK SEP 9-12 1997, 1997, pages 539-547, XP002156627 Richardson, TX, USA abstract ---	1,6,8,20
A	ASHLEY S: "TURBINES ON A DIME" MECHANICAL ENGINEERING, US, ASME. NEW YORK, vol. 119, no. 10, 1 October 1997 (1997-10-01), pages 78-81, XP000727170 ISSN: 0025-6501 page 78, left-hand column, paragraphs 3,4 -----	2,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/08433

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19526459 A	23-01-1997	EP 1013940 A	28-06-2000
		EP 0754866 A	22-01-1997
		US 5765589 A	16-06-1998
DE 1259272 B		BE 688087 A	11-04-1967
		CH 450327 A	31-01-1968
		FR 1460023 A	06-02-1967
		GB 1121829 A	
		NL 6614267 A	17-04-1967
		OA 2267 A	05-05-1970
EP 0681090 A	08-11-1995	US 5517464 A	14-05-1996
		CA 2147592 A	05-11-1995
		NO 951721 A	06-11-1995
DE 3147339 A	16-06-1983	NONE	
DE 3209189 A	15-09-1983	NONE	
DE 4126403 A	18-02-1993	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/08433

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F15B21/00 H04B11/00 G08C23/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F15B F15C H04B G08C E21B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 26 459 A (FESTO) 23. Januar 1997 (1997-01-23) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1	1,8,22
A	DE 12 59 272 B (SOCIÉTÉ NATIONALE DES PÉTROLS D'ACQUITAINE) Spalte 4, Zeile 57 -Spalte 5, Zeile 24; Abbildung 1	1,3,4,8, 9,13,17, 18,25
A	EP 0 681 090 A (SCHLUMBERGER SERVICES PETROL) 8. November 1995 (1995-11-08) Zusammenfassung; Abbildung 2	1,3,4,8, 9,13,17, 18,25

-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Januar 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/02/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

SLEIGHTHOLME, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inventaris Aktenzeichen

PCT/EP 00/08433

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 31 47 339 A (BRAUN) 16. Juni 1983 (1983-06-16) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung ---	1,4,8
A	DE 32 09 189 A (STIEBEL ELTRON) 15. September 1983 (1983-09-15) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,4,5,8
A	DE 41 26 403 A (INNOTECH MICROELECTRONIC) 18. Februar 1993 (1993-02-18) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung ---	1,4,5,8
A	LOTH W D ET AL: "Testing of lower cost remote control system" PROCEEDINGS OF THE 1997 OFFSHORE EUROPE CONFERENCE; ABERDEEN, UK SEP 9-12 1997, 1997, Seiten 539-547, XP002156627 Richardson, TX, USA Zusammenfassung ---	1,6,8,20
A	ASHLEY S: "TURBINES ON A DIME" MECHANICAL ENGINEERING, US, ASME. NEW YORK, Bd. 119, Nr. 10, 1. Oktober 1997 (1997-10-01), Seiten 78-81, XP000727170 ISSN: 0025-6501 Seite 78, linke Spalte, Absätze 3,4 -----	2,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 00/08433

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19526459 A	23-01-1997	EP 1013940 A EP 0754866 A US 5765589 A	28-06-2000 22-01-1997 16-06-1998
DE 1259272 B		BE 688087 A CH 450327 A FR 1460023 A GB 1121829 A NL 6614267 A OA 2267 A	11-04-1967 31-01-1968 06-02-1967 17-04-1967 05-05-1970
EP 0681090 A	08-11-1995	US 5517464 A CA 2147592 A NO 951721 A	14-05-1996 05-11-1995 06-11-1995
DE 3147339 A	16-06-1983	KEINE	
DE 3209189 A	15-09-1983	KEINE	
DE 4126403 A	18-02-1993	KEINE	